

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：34309

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K21475

研究課題名(和文)難治性疼痛患者の脳波周波数解明と聴覚ニューロフィードバックトレーニングの基礎研究

研究課題名(英文)Fundamental study on EEG frequency analysis and auditory Neuro-feedback Training of patients with Intractable-pain

研究代表者

松尾 奈々(MATSUO, NANA)

京都橘大学・健康科学部・専任講師

研究者番号：50633351

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、難治性疼痛患者の脳波周波数パターンの解明および聴覚刺激をフィードバック情報とするニューロフィードバックトレーニングを実施し、難治性疼痛症状の効果を検証した。その結果、聴覚ニューロフィードバックトレーニングを実施することで身体知覚異常の改善および痛みの破局的思考に改善がみられ、トレーニング終了後3週においてもその効果を認めることができた。このことから、聴覚刺激を用いたニューロフィードバックトレーニングの実施は、脳波周波数をコントロールすることができ、痛みの破局的思考および身体知覚異常などの難治性疼痛症状の改善に有効である可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The present study clarified the electroencephalogram frequency pattern of a patient with Intractable-pain and conducted neuro-feedback training using auditory stimulation as feedback information, and examined the effect of intractable-pain symptoms. As a result, the implementation of auditory neuro-feedback training showed improvement in improvement of physical sensory anomalies and catastrophic thinking of pain, and it was able to recognize the effect even in 3 weeks after completion of training. The results suggest that implementation of neuro-feedback training using auditory stimulation can control the frequency of brain waves, and may be effective for improving intractable pain symptoms such as catastrophic thought of pain and abnormal physical sensation It was done.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：脳波周波数 聴覚刺激 ニューロフィードバックトレーニング 頸髄損傷後難治性疼痛 破局的思考
身体知覚異常

1. 研究開始当初の背景

脳血管障害患者において、発症後は四肢の運動や感覚など機能面での障害が75%の患者に残る(Rathore, 2002)といわれる。なかでも、反射性交感神経性ジストロフィーや肩手症候群に代表される複合性局所疼痛症候群によって引き起こされる難治性疼痛を主症状とする感覚障害は、患者の日常生活へ大きな弊害をもたらす(Rinderknecht, 2013)。難治性疼痛とは、通常の内科的、外科的、あるいはその他の治療に抵抗性の疼痛であり、持続的かつ再発を繰り返す非常に強い慢性疼痛である(佐伯, 2001・佐多, 2012)。また、脳疾患患者のみならず、整形外科疾患経験者においても、明らかな炎症所見がないにも関わらず慢性的に疼痛を訴える者が少なくない。リハビリテーション現場では、対象疾患領域を問わず引き起こされる難治性疼痛に対して、その対策が急務となっている。

このような疾患領域を問わず引き起こされる難治性疼痛は、さらには地域社会生活における不安、うつ、焦燥などのストレス要因とも連動し、脳内神経回路におけるひずみや可塑的变化を引き起こす(松原ら, 2011)。

国民生活基礎調査では、慢性疼痛有訴者率は男性で20.0%、女性で25.7%との報告がある。慢性疼痛有訴者は、「周囲の人達から理解を得られにくい」や「一人で悩んで生活している」等の実態が指摘されており、慢性疼痛への対策が社会的課題となっている。

難治性疼痛のリハビリテーションの考え方として、患者自身が積極的に実践し進めていく(マネジメント)ことが有効(松原ら, 2013)とされている。

一方、疼痛に関連する脳機能研究は、神経活動を認める疼痛関連領域(pain matrix)の発見(Talbot, 1991)により大きく進歩し、近年では、脳波研究において慢性疼痛患者の脳波周波数特性(Johannes, 2006)の一例が示され、健常人との脳機能状態の違いが報告されている。このように慢性疼痛が脳の機能的変化に起因することが明らかになったことで、脳神経活動の安定化や脳機能の強化を目的としたニューロフィードバックトレーニング(以下、NFBトレーニング)(Jensen, 2012)が注目されている。

NFBトレーニングは、トレーニング結果を解釈しながらコントロール方法を身に付けることであり、難治性疼痛患者自らが積極的に参画するマネジメントである。トレーニングでは、状況や結果をいかに分かり易くかつリアルタイムにフィードバックできる刺激を用いるかが、治療を効果的に向上させるためには重要であると考えられる。

そのため、トレーニング中の脳機能状態やトレーニング結果を、いかにシンプルに、ずれを生じさせずリアルタイムに視覚や聴覚などの感覚情報を用いてフィードバック学習をさせ、正常な脳機能状態の再編成化へと導くことができるかが重要となる。

2. 研究の目的

本研究では、難治性疼痛患者の脳波周波数パターンの解明および聴覚刺激をフィードバック情報とするNFBトレーニング実施による難治性疼痛症状への効果検証を目的とした。当該研究を実施することで、難治性疼痛患者に対する効果的なNFBトレーニングを確立し、ニューロリハビリテーションにおける新たな感覚障害改善プログラム創出のための基礎研究とする。

3. 研究の方法

(1) 対象

症例は、C2 頸髄損傷四肢麻痺と診断された20歳代男性とした。約10年前に頸髄損傷を受傷し、前方後方固定術を施行された。約8年前から両上肢(肩甲帯から上腕)に余剰幻肢痛が出現し、現在は週3日、外来リハビリテーションを実施している。本症例の主訴は、両側肩関節周囲の慢性的な難治性疼痛である。

(2) 聴覚 NFB トレーニング実施前評価

トレーニング実施に際し、身体機能および疼痛評価、安静時脳波周波数計測を実施した。

身体機能は、脊髄損傷機能評価尺度(ASIA impairment scale; American Spinal Injury Association Impairment Scale) A であり、感覚、運動ともに C2 残存レベルである。身体知覚異常(BPDS; The Bath CRPS body perception disturbance scale)は16/57点であった。不安や抑うつの評価(HADS; Hospital Anxiety and Depression scale)では、不安 1/21、抑うつ 4/21であった。状態・特性不安検査(STAI; State-Trait Anxiety Inventory)では、状態不安 23/80、特性不安 28/80であった。

疼痛評価は、痛みの強度(NRS; Numerical Rating Scale)は右肩 5/10、左肩 7/10であった。痛みの思考や感情の評価(PCS; Pain Catastrophizing Scale)は、反芻 17/20、無力感 2/20、拡大視 5/12であった。

また、前頭前領域の安静時脳波周波数は、波帯域に対し、波帯域および波帯域のパワー値が高値であった。

(3) 聴覚 NFB トレーニング介入

これまで行ってきたリハビリテーション治療は続けながら、聴覚 NFB トレーニング介入として脳波周波数帯域 波(8.5~12Hz)帯域のコントロールトレーニングを実施した。本研究は、ABA型デザインを用い、各期は3週間とした。

聴覚 NFB の設定は、A1 期で測定した5分間の安静時脳波(開眼)から、波帯域のパワー値を分析したのち、波帯域の3週間の平均値と標準偏差(SD)を算出する。B 期では週3回、5分間の NFB トレーニングを実施した。トレーニングでは波帯域のパワー値が A1 期の平均値 + 2SD を上回った際に、聴覚フ

ードバック（小鳥のさえずり）を与えた。なお、A 期では聴覚フィードバックを与えなかった。

効果判定は、A1 期前、A1 期後、B 期後、A2 期後に NRS、HADS、STAI、PCS、BPDS を評価した。安静時脳波は各期の各周波数帯域（ α 、 β 、 γ 、 δ 波）のパワー値（ μV ）の平均値を算出した。

4. 研究成果

(1) 聴覚 NFB トレーニング実施による身体機能の変化

3 週間の聴覚 NFB トレーニングを実施した結果、身体知覚異常（BPDS）は 14 / 14 / 6 に改善した（図 1）。

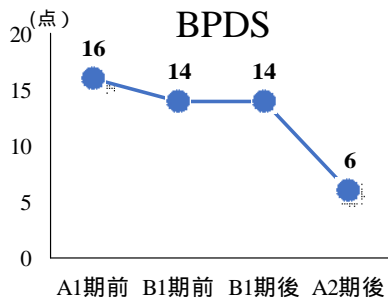


図 1：聴覚 NFB トレーニング実施における身体知覚異常（BPDS）の結果

一方、不安や抑うつ状態（HADS）、状態・特性不安（STAI）では、著明な変化は認められなかった（図 2、図 3）。

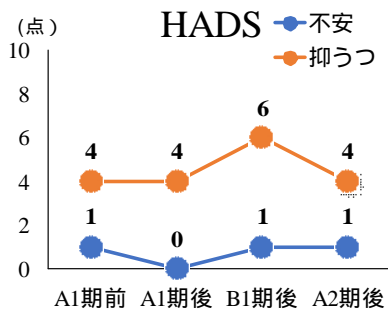


図 2：聴覚 NFB トレーニング実施における不安・抑うつ評価（HADS）の結果

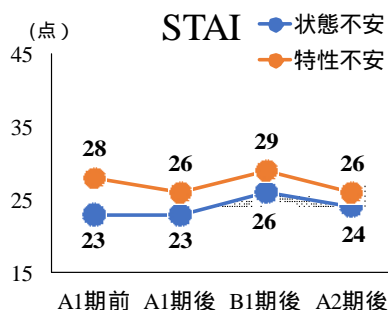


図 3：聴覚 NFB トレーニング実施における状態・特性不安検査（STAI）の結果

(2) 聴覚 NFB トレーニング実施による疼痛に関する変化

3 週間の聴覚 NFB トレーニングを実施した結果、痛みの強度（NRS）は著明な変化は認められなかった（図 4）。

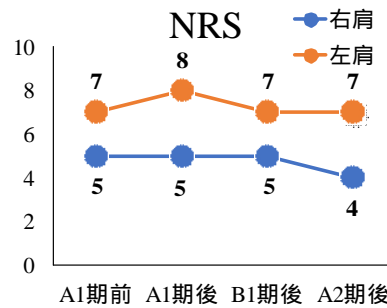


図 4：聴覚 NFB トレーニング実施における痛みの強度（NRS）の結果

一方、痛みの思考や感情の評価（PCS）において、総得点は 25 / 23 / 18 に減少し、そのうち反芻、拡大視がそれぞれ 14 / 17 / 12、6 / 4 / 2 に改善した（図 5）。

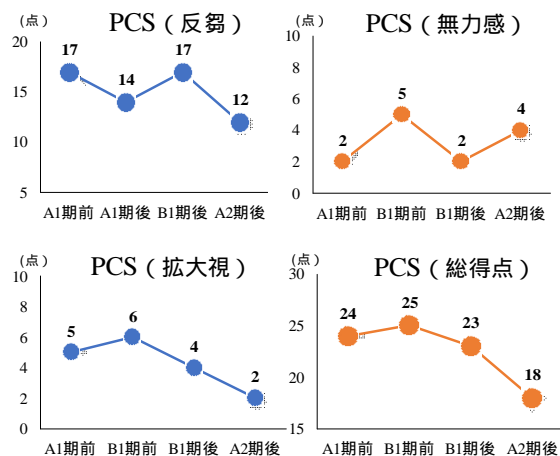


図 5：聴覚 NFB トレーニング実施における痛みの思考や感情の評価（PCS）の結果

(3) 聴覚 NFB トレーニング実施による脳機能の変化

3 週間の聴覚 NFB トレーニングを実施した結果、安静時脳波では前頭前領域で A1 期に対し B 期および A2 期で α 波帯域および β 波帯域のパワー値が減少した（図 6）。

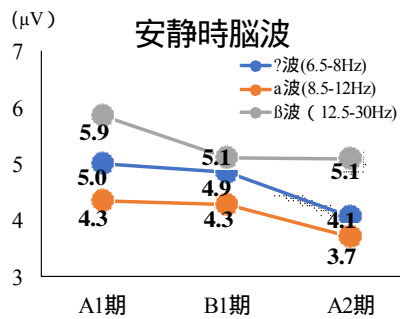


図 6：聴覚 NFB トレーニング実施における安静時脳波の結果

一連の結果から、聴覚 NFB トレーニングを実施することで、身体知覚異常の改善および痛みの破局的思考に改善がみられ、トレーニング終了後 3 週においてもその効果を認めることができた。このことから、聴覚刺激を用いた NFB トレーニングの実施は、脳波周波数をコントロールすることができ、痛みの破局的思考および身体知覚異常などの難治性疼痛症状の改善に有効である可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 1 件)

片山 脩、松尾奈々、兒玉隆之：頸髄損傷後疼痛に対するニューロフィードバックトレーニングの効果 シングルケースデザインによる検討 第 10 回日本運動器疼痛学会，コラッセ福島（福島県），2017.11.19

〔その他〕(計 1 件)

松尾奈々：8. 中枢神経疾患のリハビリテーション 2 慢性疼痛患者が参画するペインマネジメント 痛みの多面性に対するニューロフィードバックトレーニングの効果 . THE YAKUJI NIPPO MEDICAL 薬事日報，2018.6

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松尾 奈々 (MATSUO, Nana)

京都橋大学・健康科学部理学療法学科・専任講師

研究者番号： 5 0 6 3 3 3 5 1